

При дослідженні течії полімерів в некруглих каналах криві течії виявляються неінваріантними відносно гідравлічного радіусу каналу. Для розрахунків некруглих каналів пропонується метод приведення кривих течії полімерів до інваріантного виду на прикладі поліетилену

Ключові слова: поліетилен, гідравлічний радіус, крива течії

При исследовании течения полимеров в некруглых каналах кривые течения оказываются неинвариантными относительно гидравлического радиуса канала. Для расчетов некруглых каналов предлагается метод приведения кривых течения полимеров к инвариантному виду на примере полиэтилена

Ключевые слова: полиэтилен, гидравлический радиус, кривая течения

At research of flow of polymers in unround channels the flow curves appear uninvariant in relation to the hydraulic radius of channel. The method of transformation of flow curves of polymers for the calculations of unround channels is offered to the invariant kind on example of polyethylene

Keywords: polyethylene, hydraulic radius, flow curve

ІНВАРІАНТНІ КРИВІ ТЕЧІЇ ПОЛІЕТИЛЕНУ НИЗЬКОЇ ГУСТИНИ

В.І. Сівецький

Кандидат технічних наук, професор
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування*
Контактний тел.: (044) 454-92-77, 050-440-98-95

Д.Д. Рябінін

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки*
Контактний тел.: 096-440-22-32

О.Л. Сокольський

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування*
Контактний тел.: (044) 454-92-77, 066-218-64-76
E-mail: sokolkiev@ukr.net

Х. Самандиджан

Студент
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
*Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”
пр. Перемоги, 37, корпус 19, м. Київ, 03056
Контактний тел.: 093-579-66-68

Вступ

Використання гідравлічного радіусу при розрахунку каналів як способу переходу від каналів прямокутного поперечного перерізу до круглих каналів при течії розплавів полімерів призводить до кривих течії, які неінваріантні відносно гідравлічного радіусу каналу [1]. Для зведення кривих течії розплаву полімерів до інваріантного виду відносно гідравлічного радіусу каналу запропоновано використовувати порядок з гідравлічним радіусом реологічну змінну, яку умовно називають реологічним радіусом і яка залежить від реологічних властивостей неньютонівських рідин [2]. Розрахунок прямокутних каналів при течії розплавів полімерів являє значний практичний інтерес у зв'язку з розповсюдженням таких каналів у обладнанні для виготовлення виробів із полімерів та інших процесах хімічної технології [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для випадків течії розплавів полімерів в круглих і плоскощільних каналах в роботі [3] запропоновано метод визначення швидкості ковзання і істинної кривої течії полімерів за неінваріантними реологічними характеристиками. Цей метод дозволяє визначити залежність швидкості ковзання на стінках круглого і плоскощільного каналів від напруження зсуву і істинну криву течії за неінваріантними відносно поперечних розмірів каналів залежностями ефективного градієнту швидкості від напруження зсуву, які були отримані звичайними методами, що дозволяє урахувати специфічні властивості матеріалу типу композиції на основі ПВХ.

Для каналів з прямокутним поперечним перерізом в роботі [1] встановлено неінваріантність кривих течії розплавів полімерів відносно гідравлічного радіусу каналу, отримані співвідношення, які дозволяють

визначити уточнений радіус каналу R_R , який умовно названо реологічним. Розміри досліджуваних каналів були вибрані сумірними із промисловими. Висоту прямокутних каналів було вибрано 2 мм, 4 мм, 6 мм, 8 мм, 16 мм та 32 мм, а ширина залишається сталою і дорівнює 32 мм.

Нерозв'язаною раніше частиною загальної проблеми є застосування реологічного радіусу каналу R_R для зведення кривих течії полімерів, неінваріантних відносно гідралічного радіусу каналу, до інваріантного виду. Зокрема, це необхідно для забезпечення можливості використання даних капілярної віскозиметрії при гідралічному розрахунку каналів з некруглим поперечним перерізом.

Постановка задачі

Метою статті є формулювання алгоритму вирішення задачі зведення кривих течії полімерів, неінваріантних відносно гідралічного радіусу каналу, до інваріантного виду.

Вирішення задачі пропонується здійснювати в два етапи. На першому етапі з використанням гідралічного радіусу $R_{Г\chi 32}$ отримуємо криві течії полімерів, неінваріантні відносно гідралічного радіусу каналів. Другий етап проводиться з використанням реологічного радіусу каналу $R_{R\chi 32}$ і завершується зведенням кривих течії, неінваріантних гідралічного радіусу каналів, до інваріантного виду.

Виклад основного матеріалу дослідження

На першому етапі для розрахунку гідралічного радіусу $R_{Г\chi 32}$, напруження зсуву на стінці каналу $\tau_{R_{Г\chi 32}}$

та ефективного градієнту зсуву $\Gamma_{R_{Г\chi 32}}$ використаємо такі співвідношення [2]

$$R_{Г\chi 32} = \frac{S_{\chi 32}}{\chi_{\chi 32}}, \quad (1)$$

$$\tau_{R_{Г\chi 32}} = \frac{\Delta P_{\chi 32} \cdot R_{Г\chi 32}}{L_{\chi 32}}, \quad (2)$$

$$\Gamma_{R_{Г\chi 32}} = \frac{Q_{\chi 32}}{2\pi \cdot R_{Г\chi 32}^3}, \quad (3)$$

де $S_{\chi 32}$ – площа нормального перерізу каналу; $\chi_{\chi 32}$ – змочений периметр; $\Delta P_{\chi 32}$ – перепад тиску на трубі довжиною $L_{\chi 32}$; $Q_{\chi 32}$ – об'ємна витрата.

На другому етапі використаємо співвідношення, наведені у роботі [2]. Алгоритм вирішення задачі складається із наступних операцій.

З використанням співвідношення (1) для гідралічного радіусу $R_{Г\chi 32}$ із співвідношенням (3) визначаємо ефективний градієнт швидкості $\Gamma_{R_{Г\chi 32}}$.

З використанням ефективного градієнту швидкості $\Gamma_{R_{Г\chi 32}}$, визначеного за рівнянням (3), на кривій течії каналу $2\chi 32$ знаходимо величину напруження зсуву τ_{χ} .

Знаходимо напруження зсуву на стінці i -го каналу [2]

$$\tau_{R_{Г\chi 32}} = \tau_{\chi} \left(\frac{R_{Г\chi 32}}{R_{R\chi 32}} \right)^{3n} \quad (4)$$

де n – індекс течії.

Відмічаємо величину напруження зсуву $\tau_{R_{Г\chi 32}}$ на кривій течії i -го каналу.

Послідовно переносимо величину напруження зсуву $\tau_{R_{Г\chi 32}}$ на криву течії каналу $2\chi 32$ за умови, що

$$\tau_{R_{Г\chi 32}} = \tau_{R_{R\chi 32}} \cdot$$

Величину ефективного градієнту швидкості $\Gamma_{R_{R\chi 32}}$ визначаємо за [1]

$$\Gamma_{R_{R\chi 32}} = \Gamma_{R_{Г\chi 32}} \sqrt[n]{\frac{\tau_{R_{Г\chi 32}}}{\tau_{\chi}}}, \quad (5)$$

Величини $\tau_{R_{Г\chi 32}} = \tau_{R_{R\chi 32}}$ та $\Gamma_{R_{R\chi 32}}$, які визначені за

співвідношенням (4) та (5), належать до кривої течії каналу $2\chi 32$ і набувають сенсу середнього за периметром напруження тертя на стінці та ефективного градієнту швидкості, які характеризують напружений стан i -го каналу. Такі перетворення можливі для будь-якого каналу. Внаслідок чого криві течії розплавів полімерів, що рухаються у прямокутних каналах, стають інваріантними відносно розмірів поперечного перерізу каналу.

В таблиці 1 наведені розрахункові дані для зведення кривої течії розплаву поліетилену низької густини, неінваріантної відносно гідралічного радіусу каналу $8\chi 32$, до інваріантного виду.

Таблица 1

Параметри течії поліетилену низької густини марки П-2010-В у каналі $8\chi 32$ за температури 150°C

| | $R_{Г8\chi 32}$, см | Реологічний радіус $R_{R8\chi 32}$, см | $\tau_{R_{Г8\chi 32}}$, Н/см ² | τ_{χ} , Н/см ² | $\Gamma_{R_{Г8\chi 32}}$, с ⁻¹ | $\Gamma_{R_{R8\chi 32}}$, с ⁻¹ | n |
|-----|--------------------------------|---|--|-----------------------------------|--|--|--------|
| 150 | $0,32 \Gamma_{R_{Г\chi 32}}^3$ | 0,1972 | 2,2 | 1,07 | 9 | 39,42 | 0,4877 |
| | 0,323 | 0,1988 | 3,25 | 1,6 | 20 | 85,5 | 0,4877 |
| | 0,323 | 0,2013 | 3,85 | 1,93 | 30 | 123,63 | 0,4877 |
| | 0,323 | 0,2038 | 4,9 | 2,5 | 50 | 198,7 | 0,4877 |
| | 0,323 | 0,209 | 7 | 3,7 | 110 | 405,8 | 0,4877 |
| | 0,323 | 0,1962 | 10 | 5,3 | 225 | 1008 | 0,4245 |

На рис. 1 суцільними лініями показані консистентні криві течії для каналів $2\chi 32$ та $8\chi 32$ за температури 150°C , отримані в результаті дослідів, які порівнюються із розрахунковими даними.

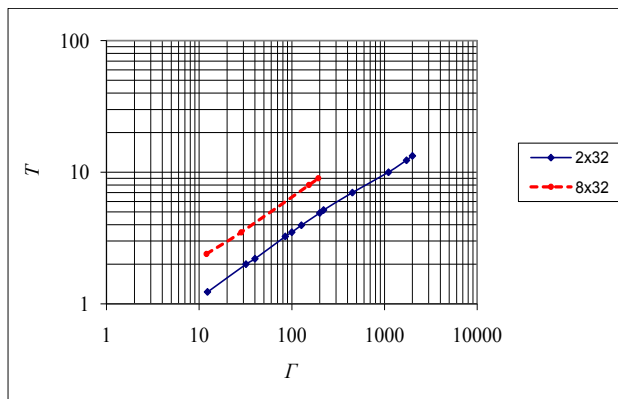


Рис. 1. Консистентні криві течії для каналів 2х32 та 8х32 за температури 150°C

Висновки

Наведений у статті метод зведених кривих течії до інваріантного виду дає змогу підвищення точності визначення реологічних характеристик розплаву поліетилену і можливість використання результатів

віскозиметричного експерименту для розрахунку опорів прямокутних каналів довільного перетину.

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямку можуть бути направлені на виявлення впливу індексу течії на реологічні характеристики розплаву полімерів.

Література

1. Сівецький, В.І. Пристинні ефекти в процесах переробки полімерних матеріалів [Текст] / В.І. Сівецький, О.С. Сахаров, О.Л. Сокольський, Д.Д. Рябінін. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 140 с.
2. Рябінін, Д.Д. Про реологічний аспект використання поняття гідралічного радіуса [Текст] / Д.Д. Рябінін, А.М. Мотін // Вестник Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». Машиностроение. – 2001. – № 41. – С. 55–59.
3. Жданов, Ю.А. Метод определения скорости скольжения и истинной кривой течения полимеров по неинвариантным реологическим характеристикам [Текст] / Ю.А. Жданов, Л.А. Иванова, Д.Д. Рябинин // Респ. межв. научно-техн. сб. «Химическое машиностроение». – 1973. – № 18. – С. 50–57.

УДК 669.15'74-194:621.785.52

ПОВЫШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ 10Г12 ЗА СЧЕТ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Л.С. Малинов

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой*

Контактный тел.: (0629) 44-66-58

В.А. Харлашкин

Аспирант*

Контактный тел.: (0629) 44-61-69, 098-575-26-03

E-mail: blindcat568@inbox.ru

О.А. Глебова

Студентка

*Кафедра «Материаловедение»

Приазовский государственный технический университет
ул. Университетская, 7, г. Мариуполь, Донецкая обл.,

Украина, 87500

Контактный тел.: (0629) 44-61-69

У роботі приведені результати дослідження впливу ступінчастого гартування та гартування з перерваним охолодженням на механічні властивості сталі 10Г12. Показано, що добре сполучення властивостей сталі може бути отримано після раціональних режимів термообробки

Ключові слова: аустеніт, динамічне деформаційне мартенситне перетворення

В работе приведены результаты исследований влияния ступенчатой закалки и закалки с прерванным охлаждением на механические свойства стали 10Г12. Показано, что хорошее сочетание свойств стали может быть получено после рациональных режимов ступенчатой и прерванной закалок

Ключевые слова: аустенит, динамическое деформационное мартенситное превращение

The results of influence of graded hardening and hardening with interrupted cooling on mechanical properties of steel 10G12 are shown in this research paper. It is proved that due to efficient hit treatment it may be obtained good combination of mechanical properties

Key words: austenite, dynamical deformative martensite transformation